

DEVRELER ve SİSTEMLER

BIMU2058 – CSBM2092

Yrd. Doç. Dr. Fatih KELEŞ

İÇERİK

Dinamik Devreler

- ▶ Kondansatör Elemanı
 - Akım–Gerilim ilişkileri
- ▶ Endüktans Elemanı
 - Akım–Gerilim ilişkileri
- ▶ Enerji Depolanması
- ▶ Seri–Paralel Bağlamalar
- ▶ İntegral ve Türev Alıcılar
 - Op–Amp'lı Devreler

2

Dinamik Devreler

- ▶ Bellekli devreler olarak da adlandırılır.
- ▶ Transient (Geçici) durum devreleri.
- ▶ Enerji depolayan eleman içeren devrelerdir.
- ▶ Kondansatör ve endüktans gibi dinamik elemanlar içeren devrelerdir.

3

Aktif ve Pasif Elemanlar

- ▶ Her t anı için $p \geq 0$ ise **pasif elemandır**.
- ▶ Herhangi bir t anı için $p < 0$ olabiliyor ise **aktif elemandır**.
 - $p > 0$ harcar (pasif E.)
 - $p = 0$ depolar (pasif E.)
 - $p < 0$ sağlar (aktif E.)
- ▶ Bağımsız ve bağımlı kaynaklar, op–amp aktif elemanlardır, direnç pasif elemandır.
- ▶ Kondansatör ve endüktans ??

4

Enerji Depolayan Elemanlar (Kondansatör ve Endüktans)

- ▶ Enerji depolayan elemanlar, kondansatör ve endüktans elemanları, pasif elemanlardır ve sonlu miktarda enerji depolayabilir ve bu enerjiyi yayabilirler.
 - İdeal kaynağının tersine sınırsız miktarda enerji sağlayamaz veya sonsuz zaman aralığında sonlu bir ortalama güç veremezler.
- ▶ Akım–gerilim ilişkileri akımın ya da gerilimin **değişim hızını** içerir.

5

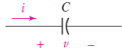
Kondansatör

- ▶ Fiziksel olarak kondansatör, iki iletken yüzey arasında yük depo eder.
- ▶ Yüksek dirence sahip ince bir yalıtkan tabakayla bu iletken yüzeyler ayrılmıştır.



6

Kondansatör Akım-Gerilim İlişkisi



$$q(t) = Cv(t)$$

$$i = \frac{dq}{dt}$$

$$i = C \frac{dv}{dt}$$

İki iletken yüzey arasında gerilim düşümü varsa, orada yük vardır.

Değişen yük akımı temsil eder.

Bu akım gerilimin zamana göre değişim hızıyla orantılıdır.

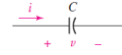
Bu orantı sabiti **C**, kapasitedir.

Birimi: Farad. $F = A \cdot s / V = C / V$

7

Kondansatörün Davranışı

$$i = C \frac{dv}{dt}$$



Kondansatör üzerinde sabit bir gerilim düşüyorsa üzerinden akan akım sıfırdır. Böylece kondansatör "DC'ye karşı **açık-devre**" gibi davranır.

$V_C(sbt) \Rightarrow i_C = 0$ yani $C \rightarrow OC$
DC ve $t \rightarrow \infty$ (sürekli zamanda) $C \rightarrow OC$

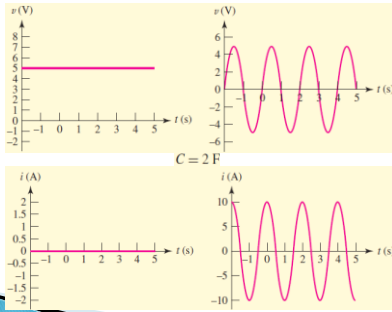
Kondansatörün gerilimindeki ani değişim sonsuz akım gerektirir (sonsuz güç):

Yani kondansatörün uçlarındaki gerilim ani olarak değişmez veya "ani değişimlere karşı **kısa-devre**" dir.

$t \rightarrow 0$ (ani değişim) $C \rightarrow SC$

8

Kondansatörün Davranışı: örnek



9

Kondansatörün İntegral İlişkisi

$$dv = \frac{1}{C} i(t) dt$$

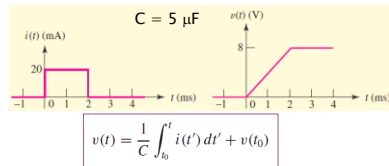
$$v(t) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(t') dt' + v(t_0)$$

(İlk koşullu kondansatör sentezi..)

$$v(t) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i dt'$$

10

Kondansatör Akım-Gerilim Değişimi



$$v(t) = \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i(t') dt' + v(t_0)$$

$i(0^-) \neq i(0^+)$ olsa bile;

$v(0^-) = v(0^+) = v(0)$ olur.

Yani akımı ani değişse bile gerilimi ani değişmez sürekli dir.

11

Kondansatörün Enerji Depolaması

$$p = vi = C v \frac{dv}{dt}$$

$$\int_{t_0}^t p dt' = C \int_{t_0}^t v \frac{dv}{dt'} dt' = C \int_{v(t_0)}^{v(t)} v' dv' = \frac{1}{2} C \{ [v(t)]^2 - [v(t_0)]^2 \}$$

$$w_C(t) - w_C(t_0) = \frac{1}{2} C \{ [v(t)]^2 - [v(t_0)]^2 \}$$

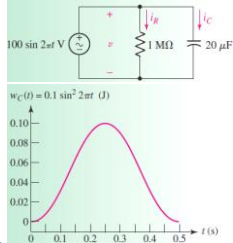
$$w_C(t) = \frac{1}{2} C v^2$$

İdeal kondansatör enerji harcamaz depo eder.

12

Kondansatörün Enerjisi: örnek

Depolanan maksimum enerji ve 0-0,5s aralığında dirençte harcanan enerji nedir?



$$w_C(t) = \frac{1}{2} C v^2 = 0.1 \sin^2 2\pi t \quad \text{J}$$

$$i_R = \frac{v}{R} = 10^{-4} \sin 2\pi t \quad \text{A}$$

$$p_R = i_R^2 R = (10^{-4})^2 (10^6) \sin^2 2\pi t$$

$$w_R = \int_0^{0.5} p_R dt = \int_0^{0.5} 10^{-2} \sin^2 2\pi t dt \quad \text{J}$$

$$w_{C_{\max}} = 100 \text{ mJ}$$

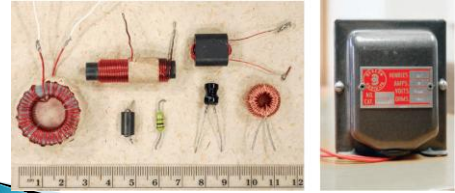
$$w_R = 2.5 \text{ mJ}$$

%2,5 kayıp var.

13

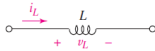
Endüktans (Self)

- Manyetik alanı oluşturan akımın değişimiyle orantılı olarak bir gerilim meydana gelir.



14

Endüktans Akım-Gerilim İlişkisi



$\phi(t) = L \cdot i(t)$ ► Akım taşıyan bir iletken manyetik alan üretir.

$v = \frac{d\phi}{dt}$ ► Bu manyetik alanın değişimi komşu devrede bir gerilim meydana getirir (indükler).

$v = L \frac{di}{dt}$ ► Bu gerilim de, manyetik alanı oluşturan akımın değişim hızıyla orantılıdır.

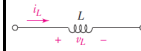
► Bu orantı sabiti L, endüktansdır.
◦ Birimi: Henry. **H** = V.s/A

15

Endüktansın Davranışı

$$v = L \frac{di}{dt}$$

- Endüktansın üzerinden sabit bir akım akıyorsa, üzerinde gerilim düşümü meydana gelmez:



Böylece endüktans "DC'ye karşı **kısa-devre**" gibi davranır.

$I_L(\text{sbt}) \Rightarrow v_L = 0$ yani **L → SC**

DC ve $t \rightarrow \infty$ (sürekli zamanda) **L → SC**

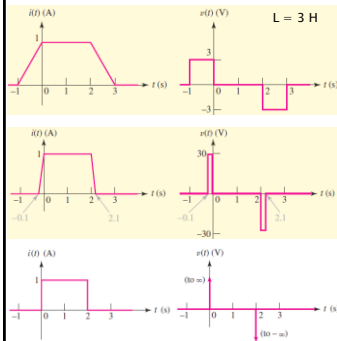
- Endüktansın akımındaki ani değişim sonsuz gerilim gerektirir (sonsuz güç):

Yani endüktansın akımı ani olarak değişmez veya "ani değişimlere karşı **açık-devre**" dir.

t → 0 (ani değişim) L → OC

16

Endüktans Akım-Gerilim Değişimi



$v(0^-) \neq v(0^+)$ olsa bile;
 $i(0^-) = i(0^+) = i(0)$ olur.

Yani gerilimi ani değişse bile akımı ani değişmez süreklidir.

Fiziksel gerçek, sonsuz gerilime ya da güce izin vermez.

17

Endüktansın İntegral İlişkisi

$$v = L \frac{di}{dt}$$

$$di = \frac{1}{L} v dt$$

$$\int_{i(t_0)}^{i(t)} di' = \frac{1}{L} \int_{t_0}^t v(t') dt'$$

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_{t_0}^t v dt' + i(t_0)$$

(İlk koşullu endüktans sentezi..)

$$i(t) = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t v dt'$$

18

Endüktansın Enerji Depolaması

$$p = vi = Li \frac{di}{dt}$$

$$\int_{t_0}^t p dt' = L \int_{t_0}^t i \frac{di}{dt'} dt' = L \int_{i(t_0)}^{i(t)} i' di'$$

$$= \frac{1}{2} L \{ [i(t)]^2 - [i(t_0)]^2 \}$$

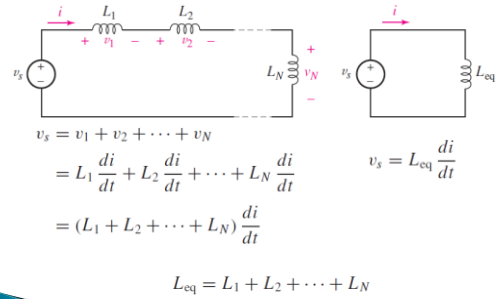
$$w_L(t) - w_L(t_0) = \frac{1}{2} L \{ [i(t)]^2 - [i(t_0)]^2 \}$$

$$w_L(t) = \frac{1}{2} Li^2$$

İdeal endüktans enerji harcamaz depo eder.

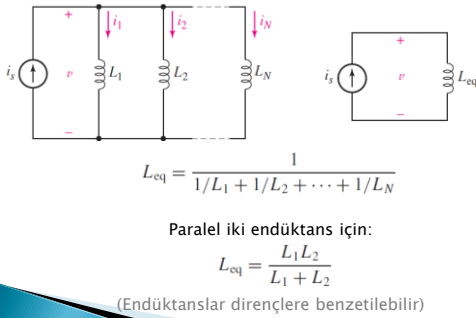
19

Endüktansların Seri Bağlanması



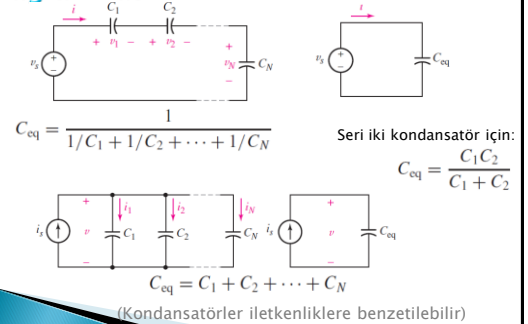
20

Endüktansların Paralel Bağlanması



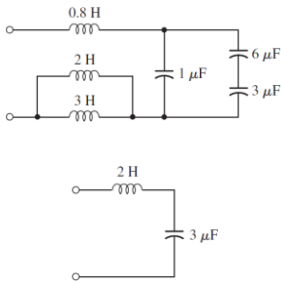
21

Kondansatörlerin Seri ve Paralel Bağlanması



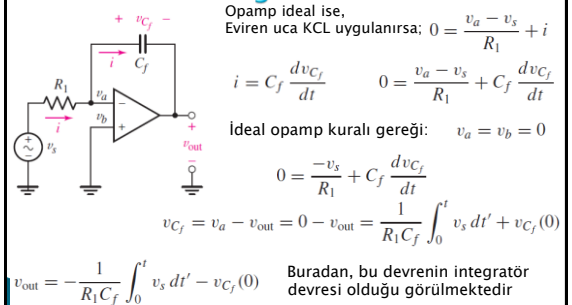
22

Örnek



23

Kondansatörlü Basit Op-Amp Devreleri – İntegratör



24

Kondansatörlü Basit Op-Amp Devreleri - Türev Alıcı

Opamp ideal ise,
Eviren uca KCL uygulanırsa;

$$0 = C_1 \frac{dv_{C_1}}{dt} + \frac{v_a - v_{out}}{R_f} \quad v_{C_1} \triangleq v_a - v_s$$

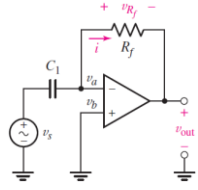
İdeal opamp kuralı gereği: $v_a = v_b = 0$

$$C_1 \frac{dv_{C_1}}{dt} = \frac{v_{out}}{R_f} \quad v_{out} = R_f C_1 \frac{dv_{C_1}}{dt}$$

$$v_{C_1} = v_a - v_s = -v_s$$

$$v_{out} = -R_f C_1 \frac{dv_s}{dt}$$

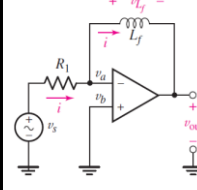
Buradan, bu devrenin türev alıcı devresi olduğu görülmektedir



25

Endüktanslı Basit Op-Amp Devreleri

Bu devre ne iş yapar?



26